

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-241946

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

G23C 16/509
B01J 19/08
H01L 21/205
H01L 21/3065
H05H 1/46

(21)Application number : 2001-044255

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 20.02.2001

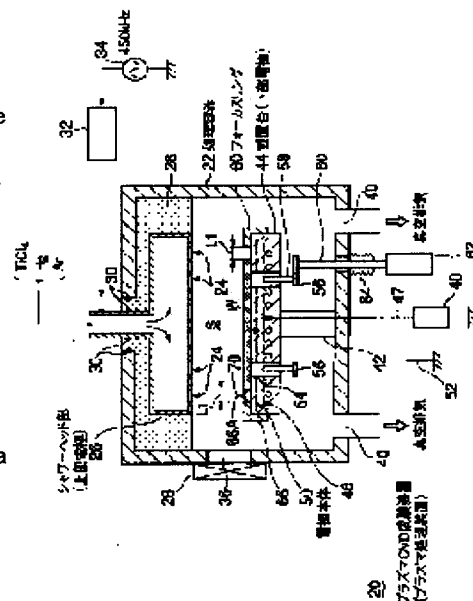
(72)Inventor : HATANO TATSUO
NARISHIMA KENSAKU

(54) PLASMA PROCESSING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma processing apparatus which can improve the uniformity of the intra-plane film thickness of plasma treatment, for example, plasma CVD processing, and also improve the product yield.

SOLUTION: The plasma processing apparatus is provided, in a treatment vessel 22 which can be evacuated, with a lower electrode 44 functioning also as a plate on which a body W to be treated is placed and an upper electrode 26, and applies high-frequency voltage between both electrodes to perform plasma treatment on the body to be treated. In the peripheral part of the lower electrode, a focusing ring 66 is provided with a prescribed interval on the outside from the outer periphery end surface of the body to be treated, wherein the prescribed interval is set within a range of 10 to 27 mm. This configuration realizes the improvement of the intra-plane uniformity of the film thickness of plasma treatment, for example, plasma CVD processing, and improvement of the product yield.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-241946
(P2002-241946A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 2 3 C	16/509	C 2 3 C 16/509	4 G 0 7 6
B 0 1 J	19/08	B 0 1 J 19/08	H 4 K 0 3 0
H 0 1 L	21/205	H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
	21/3065	H 0 5 H 1/46	M 5 F 0 4 5
H 0 5 H	1/46	H 0 1 L 21/302	C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-44255(P2001-44255)

(22) 出願日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 波多野 達夫

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 成嶋 健策

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100090125

弁理士 浅井 章弘

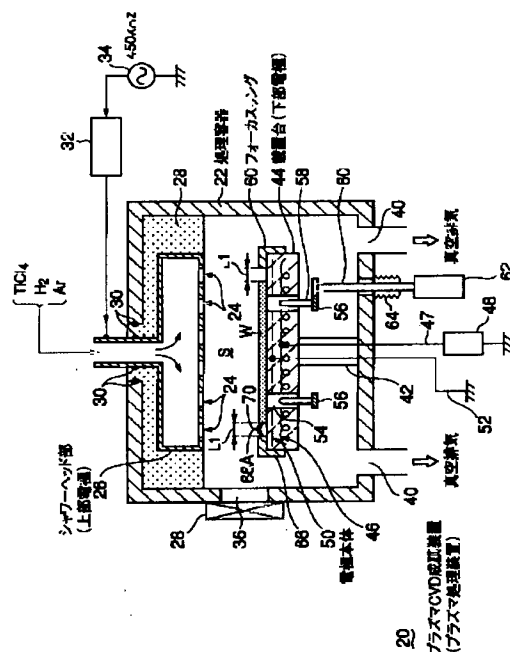
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ処理、例えばプラズマCVD処理の膜厚の面内均一性の向上と、製品歩留りの向上を図ることが可能なプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 真空引き可能になされた処理容器22内に、被処理体Wを載置する載置台を兼用する下部電極44と、上部電極26とを設け、前記両電極間に高周波電圧を印加して前記被処理体に対してプラズマ処理を施すようにしたプラズマ処理装置において、前記下部電極の周縁部に、前記被処理体の外周端面よりその外側に所定の間隔を離間させてフォーカスリング66を設け、前記所定の間隔を10～27mmの範囲内に設定するように構成する。これにより、プラズマ処理、例えばプラズマCVD処理の膜厚の面内均一性の向上と、製品歩留りの向上を図る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空引き可能になされた処理容器内に、被処理体を載置する載置台を兼用する下部電極と、上部電極とを設け、前記両電極間に高周波電圧を印加して前記被処理体に対してプラズマ処理を施すようにしたプラズマ処理装置において、

前記下部電極の周縁部に、前記被処理体の外周端面よりその外側に所定の間隔を離間させてフォーカスリングを設け、前記所定の間隔を10～27mmの範囲内に設定するように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記フォーカスリングは絶縁材よりなり、その厚さは0.2～5mmの範囲内に設定されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 真空引き可能になされた処理容器内に被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、

上部電極と、前記被処理体を載置するために第1の誘電体よりなる下部電極兼用の載置台と、

前記載置台の外周側に、前記被処理体の外周端よりも半径方向外方へ所定の間隔を隔てて第2の誘電体よりなる環状のフォーカスリングとを設けるように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記フォーカスリングは、前記載置台とは別体で形成されて前記載置台の周縁部に嵌装されていることを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 前記載置台と前記フォーカスリングは、同じ誘電率の誘電体よりなり、両者は一体的に形成されていることを特徴とする請求項3記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 前記載置台には、前記被処理体の外周端を位置決めする凸状の位置決め突起部が設けられることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 前記載置台には、前記被処理体の外周端を位置決めする位置決め段部が設けられることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 前記上部電極は、前記処理容器内に所定のガスを導入するシャワーヘッド部が兼用されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項9】 前記プラズマ処理は、前記被処理体の表面に薄膜を堆積させるプラズマCVD処理であることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項10】 前記所定の間隔は、10～27mmの範囲内であることを特徴とする請求項3乃至9のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項11】 前記第1の誘電体の誘電率は、前記第2の誘電体の誘電率よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項3乃至10のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体ウエハに対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体集積回路を製造するためには、半導体ウエハに対して、成膜、エッチング、酸化拡散、アニール等の各種の熱処理が繰り返して施され、この種の処理を行うプラズマ処理装置としては例えば特開平8-339895号公報や特開平8-181107号公報等に開示されている。例えばプラズマを用いて1枚毎のウエハに対して膜を堆積させるCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置においては、加熱ヒータを内蔵したサセプタ等の載置台上に半導体ウエハを載置し、これを所定の温度に加熱しながら成膜用の処理ガスを供給し、そして、高周波電圧を上部電極と載置台を兼ねる下部電極との間に印加してプラズマを発生させて、ウエハ表面に膜を堆積させるようになっている。これを図13を参照して説明する。

【0003】図13は従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図であり、このプラズマ処理装置は真空引き可能になされた略円筒体状の処理容器2を有している。この処理容器2内には、上面の半導体ウエハWを載置するための載置台を兼ねる下部電極4が設置されると共に、これに対向する天井部には、処理容器2内に成膜ガス等の処理ガスを供給するためのシャワーヘッド部を兼ねる上部電極6が絶縁材8を介して設けられている。そして、この上部電極6にはマッチング回路10を介して例えば450KHzの高周波電源12が接続されている。

【0004】上記下部電極4の全体は例えばAlN (窒化アルミニウム) 等のセラミックスよりなり、この内部に、例えばモリブデン線等の抵抗体よりなる加熱ヒータ14が所定のパターン形状に配列して埋め込まれていると共に、例えばモリブデン線をメッシュ状に配設した電極本体16が埋め込まれている。そして、処理容器2内に処理ガスを供給しつつ所定の圧力に真空引きし、上述のように形成された下部電極4上にウエハWを直置きし、加熱ヒータ14からの熱によりウエハWを加熱しつつ、上記上部電極6と下部電極4との間に、高周波電圧を印加してプラズマを立てて成膜処理を行なう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ウエハWに対してプラズマCVDによる成膜処理を行なうに際しては、膜厚の面内均一性を確保することが必要である。特

に、最近にあっては、線幅の更なる微細化及び膜厚の薄膜化が要請されていることから、この膜厚の面内均一性も更なる向上が望まれている。しかしながら、上述したような従来装置にあっては、処理容器2内に形成されるプラズマの分布の不均一性等に起因して、膜厚の面内均一性を十分に向上させることができない、といった問題があった。また、処理容器2内におけるプラズマの不均一分布や堆積される膜厚の不均一分布等に起因して、ウエハ面内において過大な電位差が生じる場合があり、これがためにウエハ表面にすでに形成されている絶縁膜等に電気的な破壊が生じるという、いわゆるチャージアップダメージが発生し、製品の歩留りを低下させる、という問題もあつた。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、プラズマ処理、例えばプラズマCVD処理の膜厚の面内均一性の向上と、製品歩留りの向上を図ることが可能なプラズマ処理装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、処理空間のプラズマ状態は、フォーカスリングの上面と上部電極との間の静電容量と、このフォーカスリングの内側における載置台の表面の露出部分と上部電極との間の静電容量との比に大きく影響される、という知見を得ることにより、本発明に至ったものである。請求項1に規定する発明は、真空引き可能になされた処理容器内に、被処理体を載置する載置台を兼用する下部電極と、上部電極とを設け、前記両電極間に高周波電圧を印加して前記被処理体に対してプラズマ処理を施すようにしたプラズマ処理装置において、前記下部電極の周縁部に、前記被処理体の外周端面よりその外側に所定の間隔を離間させてフォーカスリングを設け、前記所定の間隔を10～27mmの範囲内に設定するように構成する。これにより、処理容器内の処理空間におけるプラズマの分布状態が適正化され、プラズマ処理の面内均一性を向上させることができるのみならず、チャージアップダメージの発生を抑制して製品の歩留りも向上させることが可能となる。

【0007】この場合、例えば請求項2に規定するように、前記フォーカスリングは絶縁材よりなり、その厚さは0.2～5mmの範囲内に設定されている。請求項3に規定する発明は、真空引き可能になされた処理容器内にて被処理体に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置において、上部電極と、前記被処理体を載置するために第1の誘電体よりなる下部電極兼用の載置台と、前記載置台の外周側に、前記被処理体の外周端よりも10～27mmの範囲内の所定の間隔を隔てて第2の誘電体よりなる環状のフォーカスリングとを設けるように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置である。この場合、例えば請求項4に規定するように、前記フォーカスリングは、前記載置台とは別体で形成されて前記載置台

の周縁部に嵌装されている。或いは、例えば請求項5に規定するように、前記載置台と前記フォーカスリングは、同じ誘電率の誘電体よりなり、両者は一体的に成形されている。また、例えば請求項6に規定するように、前記載置台には、前記被処理体の外周端を位置決めする凸状の位置決め突起部が設けられる。或いは、例えば請求項7に規定するように、前記載置台には、前記被処理体の外周端を位置決めする位置決め段部が設けられる。また、例えば請求項8に規定するように、前記上部電極は、前記処理容器内に所定のガスを導入するシャワーヘッド部が兼用されている。

【0008】更に、例えば請求項9に規定するように、前記プラズマ処理は、前記被処理体の表面に薄膜を堆積させるプラズマCVD処理である。これによれば、プラズマ処理としてプラズマCVDが行われるので、プラズマ分布状態が適正化されることにより、堆積膜の面内均一性を向上させることができるのみならず、この場合にもチャージアップダメージの発生を抑制して製品の歩留りを向上させることが可能となる。また、請求項10に規定するように、前記所定の間隔は、10～27mmの範囲内である。更に、請求項11に規定するように、前記第1の誘電体の誘電率は、前記第2の誘電体の誘電率よりも小さく設定されている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係るプラズマ処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置を示す断面構成図、図2はフォーカスリングを示す斜視図、図3はプラズマ処理装置の部分拡大断面図である。ここではプラズマ処理装置としてプラズマCVD成膜装置を例にとって説明する。図示するように、このプラズマ処理装置としてのプラズマCVD成膜装置20は、例えばアルミニウムにより円筒体状に成形された処理容器22を有している。この処理容器22の天井部には、下面に多数のガス噴出口24を有するシャワーヘッド部26が設けられており、これにより処理ガスとして例えば成膜ガス等を処理容器22内の処理空間Sへ導入できるようになっている。尚、このシャワーヘッド部26内へ拡散板を設けるようにしてもよい。

【0010】このシャワーヘッド部26の全体は、例えばニッケルやハステロイ（商品名）、アルミニウム、カーボン、グラファイト等の導電体により形成されており、上部電極を兼ねている。この上部電極であるシャワーヘッド部26の外周側や上方側は、例えば石英やアルミナ（ Al_2O_3 ）等よりなる絶縁体28により全体が覆われており、上記シャワーヘッド部26はこの絶縁体28を介して処理容器22側に絶縁状態で取り付け固定されている。この場合、上記シャワーヘッド部26と絶縁体28と処理容器22の各接合部間には、例えばOリング等よりなるシール部材30がそれぞれ介在されて

おり、処理容器22内の気密性を維持するようになってい。そして、このシャワーヘッド部26には、例えば450KHzの高周波電圧を発生する高周波電源34がマッチング回路32を介して接続されており、上記上部電極であるシャワーヘッド部26に必要に応じて高周波電圧を印加するようになっている。尚、この高周波電圧の周波数は450KHzに限定されず、他の周波数、例えば13.56MHz等を用いてもよい。

【0011】そして、この処理容器22の側壁には、ウエハを搬出入するための搬出入口36が形成されており、これにはゲートバルブ38が設けられて開閉可能になされている。このゲートバルブ38には、図示しないロードロック室やトランスファチャンバ等が接続される。また、この処理容器22の底部には、図示しない真空ポンプ等に接続された排気口40が設けられており、処理容器22内を必要に応じて真空引き可能としている。そして、この処理容器22内には、被処理体としての半導体ウエハWを載置するためにその底部より支柱42を介して起立された載置台44が設けられている。この載置台44は下部電極を兼ねており、この下部電極である載置台44と上記上部電極であるシャワーヘッド部26との間の処理空間Sに高周波電圧によりプラズマを立て得るようになっている。具体的には、この載置台44は、全体が第1の誘電体、例えば全体がAlN等のセラミックスよりなり、この内部に例えばモリブデン線等の抵抗体よりなる加熱ヒータ46が所定のパターン形状に配列して埋め込まれている。この加熱ヒータ46には、ヒータ電源48が配線47を介して接続されており、必要に応じて上記加熱ヒータ46に電力を供給するようになっている。更に、この載置台44の内部には、例えばモリブデン線等をメッシュ状(網状)に網み込んだ電極本体50が面内方向に略全域に亘って埋め込まれている。そして、この電極本体50は配線52を介して接地されている。尚、この電極本体50にバイアス電圧として高周波電圧を印加するにしてもよい。

【0012】そして、上記載置台44には、この上下方向に貫通して複数のピン孔54が形成されており、各ピン孔54には、下端が連結リング56に共通に連結された例えば石英製の押し上げピン58が遊嵌状態で収容されている。そして、上記連結リング56は、容器底部に貫通して上下移動可能に設けた出沒ロッド60の上端に連結されており、この出沒ロッド60の下端はエアシリンダ62に接続されている。これにより、上記各押し上げピン58をウエハWの受け渡し時に各ピン孔54の上端から上方へ出沒させるようになっている。また、上記出沒ロッド60の容器底部に対する貫通部には、伸縮可能になされたベローズ64が介設されており、上記出沒ロッド60が処理容器22内の気密性を維持しつつ昇降できるようになっている。そして、下部電極であるこの載置台44の周縁部に、上記半導体ウエハWの外周端面

よりその外側に所定の間隔L1(図3も参照)を離間させて本発明の特徴とするフォーカスリング66が設けられている。具体的には、このフォーカスリング66は、例えばアルミナ(Al_2O_3)、窒化アルミ(AlN)或いは石英等の絶縁材料である第2の誘電体よりなり、これは好ましくはアルミナが最良である。このフォーカスリング66は、断面逆L字状になされて全体が図2にも示すように円形リング状に成形されている。そして、このフォーカスリング66は、載置台44の上面の周縁部の角部に略密接させて嵌装されている。

【0013】ここで、載置台44の直径は、これに対向して配置される上記シャワーヘッド部26の直径と略同じに設定されており、例えば処理するウエハサイズが8インチ(20cm)の場合には、それぞれ共に260mm程度に設定されている。ここで重要な点は、図3に示すように、上記所定の間隔L1、すなわちウエハWの外周端面70と上記フォーカスリング66の内側端面66Aとの間の距離L1を10~27mmの範囲内、好ましくは15~22mmの範囲内に設定している点である。このように、下部電極を形成する載置台44の周縁部に絶縁材料よりなるフォーカスリング66を嵌装させて、載置台44の上面の露出面積を適正な大きさに制限することにより、これと上方の上部電極26との間の処理空間Sに適正な分布状態のプラズマを形成することが可能となる。この場合、ウエハWが実際に載置される部分には、僅かな深さH1、例えばウエハの厚み程度、好ましくは0~0.75mm程度の範囲内、図3では0.6mm程度だけ窪ませた載置凹部68が形成されており、ウエハWの正確な位置決めができるようになっている。ここで各部の寸法の一例を具体的に示すと、上記フォーカスリング66の厚さL2は、0.2~5mm程度の範囲内、好ましくは0.5~3mm程度の範囲内、フォーカスリング66の水平部分の長さL3は、3~20mm程度の範囲内、好ましくは長さL1の距離を保持した点から外周方向に延びてシャワーヘッド部26の端と同じ位置まで延びる。ウエハWの厚さL4は略0.75mm程度、載置台44の上面とシャワーヘッド部26の下面との間の距離L5は略14.25mm程度である。また、シャワーヘッド部26の下面とウエハ表面との間の距離L6は略13.56mm程度である。更に、シャワーヘッド部26の下面とフォーカスリング66の上面との間の距離L7は9~14.05mm程度の範囲内、例えば12.65mm程度である。また、シャワーヘッド部26と載置台44、ウエハ面、フォーカスリング66等との間の距離を変えてフォーカスリング66に関する上記各長さL1、L3及びL1のサイズが適正化される。

【0014】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、処理容器22の側壁に設けたゲートバルブ38を開状態とし、図示しないロードロック室等から搬出入口36を介して未処理の半導体ウ

エハWをこの処理容器22内へ搬入し、これを押し上げピン58に受け渡して降下させることによって、ウエハWを下部電極である載置台44上に載置させる。次に、処理容器22内を密閉状態とし、加熱ヒータ46への投入電力を増して予め予熱状態になされている載置台44の温度をプロセス温度まで昇温して維持する。そして、これと共に上部電極であるシャワーヘッド部26から処理ガスとして流量制御された成膜ガス等を処理容器22内へ供給すると同時に、排気口40から処理容器22内を真空引きして処理容器22内を所定のプロセス圧力に維持する。上記成膜ガスとしては、Ti金属膜、或いはTi化合物金属膜の薄膜を堆積させる場合には、例えばTiCl₄、He、Ar、H₂、N₂、NH₃等を用いる。

【0015】そして、上記操作と同時に、上記高周波電源34を駆動することにより、上部電極であるシャワーヘッド部26と下部電極である載置台44との間に例えば450KHzの高周波電圧を印加し、これにより、処理空間Sにプラズマを立ててこの時に発生する活性種によってTiCl₄ガスを分解し、ウエハWの表面に薄膜を堆積させる。このような成膜処理を行っている場合において、本実施例にあっては、載置台44の周縁部に、その寸法サイズ等が最適化された絶縁材料よりなるフォーカスリング66を設けてあるので、処理空間Sにおけるプラズマの分布を最適な状態にでき、これにより、プラズマ処理の面内均一性、すなわちここでは堆積膜の膜厚の面内均一性の向上を図ることができるのみならず、ウエハ表面上に大きな電位差が発生することも防止できるので、チャージアップダメージの発生も抑制して歩留り向上を図ることが可能となる。

【0016】この場合、フォーカスリング66の最適なサイズは、前述したように、ウエハWの外周端面70とこのフォーカスリング66の内側端面66Aとの間の距離L1が10～27mmの範囲内であり、このように設定することにより、プラズマの分布密度が最適化されて上記したような膜厚の面内均一性の向上及び歩留りの向上を図ることが可能となる。ここで、フォーカスリング66の寸法サイズを種々変更して上記距離L1を変えた時の堆積膜の膜厚均一性を実際にTi金属膜を堆積して求めた。その時の評価結果について説明する。尚、ここでは載置台44としては誘電率が7～9のAlNを用い、フォーカスリング66としては誘電率が8～10のAl₂O₃を用いた。また、加熱した状態では、更に誘電率が低下し、特にAlNの場合は半分程度まで低下し、Al₂O₃はそれほど低下しない。従って、AlNとAl₂O₃との間の誘電率が差が更に大きくなり、よりプラズマ密度の均一性の向上効果を高めることができる。図4はウエハ外周端面とフォーカスリング内周端面との間の距離L1と膜厚の面内均一性との関係を示すグラフである。ここで、他の部分の寸法サイズは図

1及び図3に示した場合と同一であり、ウエハサイズは8インチ(20cm)を用いた。また、膜厚の面内均一性は、これに依存するシート抵抗を計測することにより求めた。図4に示すグラフから明らかなように、距離L1を30mm(フォーカスリングを設置しない状態)から次第にフォーカスリングの上面をウエハ側に大きくして距離L1を小さくして行くと、膜厚の面内均一性も次第に小さくなって行き、距離L1が18mm程度の時に膜厚の面内均一性が最も良好な値(略5%)を示す。そして、更に距離L1を小さくして行くと、膜厚の面内均一性は今度は次第に増加に転じて行くことになる。

【0017】従って、膜厚の面内均一性の上限値を10%とすると、距離L1の適正な範囲は、10～27mmの範囲内であり、最適値は15～22.5mm程度(膜厚の面内均一性が6%以内)であることが判明した。また、距離L1を20mmに設定して製品歩留りを求めたところ、従来装置では不良率が45%程度であったが、本発明装置では不良率が0%程度になり、製品歩留りを大幅に改善できることが判明した。ここで、上記距離L1を種々変更した時のプラズマの分布状態について模式的に説明する。図5は距離L1を種々変更した時のプラズマの分布状態とウエハ上の膜厚との関係を模式的に示す図である。図中、距離L1は10、20、25及び30mm(フォーカスリングを設置しない状態)にそれぞれ設定しており、図5(A)は距離L1が25及び30mm、図5(B)は距離L1が20mm、図5(C)は距離L1が10mmである。また、図中、Pはプラズマの分布状態を示し、80は堆積膜を示し、Tは膜厚の最大値と最小値の差を示している。

【0018】図5(A)及び図5(C)に示すように距離L1が25mm及び30mmのように大き過ぎても、或いは10mmのように小さ過ぎても膜厚差Tは共に大きくなって膜厚の面内均一性からは好ましくない。これに対して、図5(B)に示すように距離L1が20mmのように最適な場合には、膜厚差Tは非常に小さくなって膜厚の面内均一性が大幅に向上している。これは、プラズマPの分布領域が大き過ぎるのでもなく、また、小さ過ぎるのでもなく、適正な分布領域になっているからであると考えられる。

【0019】また、上記距離L1を種々変更してこの近傍と上部電極26との間に形成される静電容量を変えた時の膜厚の面内均一性に対するシミュレーションを行ったので、その評価結果についても説明する。ここで、上記シミュレーションを行った理由は、以下の通りである。まず、上記のプラズマPの分布に影響を与える要素として、載置台44の距離L1の露出部と距離L3に対応するフォーカスリング66の部材の誘電率が関係していると考えられる。ここで、例えば載置台44の材料をAlNとすると、露出部であるAlNの誘電率は7～9、距離L3のフォーカスリング66の材料をAl₂

O_3 と仮定すると、この誘電率は8~10である。

【0020】一般的に、誘電率が高い部材上でのプラズマ状態は、キャパシタンスが小さくなるので、電圧が高くなり、電荷が多く生成されてプラズマが立ち易くなる。これに対して、誘電率が低い部材上でのプラズマ状態は、キャパシタンスが高くなるので、電圧が低くなり、電荷が少なく生成されてプラズマが立ち難くなる。そして、このプラズマ状態は、単に部材の誘電率の高低で定まるものではなく、更に誘電体の表面積、対向電極、処理室の形状等が複雑に関係してくる。そこで、ここでは誘電体の誘電率と、この誘電体の表面積と対向電極との間に形成される静電容量（キャパシタンス）に着目し、この静電容量をシミュレーションによるモデルで概略計算して、プラズマPの分布領域の均一性（膜厚の面内均一性）と距離L1、L3のサイズの最適化を行った。

【0021】ここで、シミュレーションを行った時のモデルについて図6（A）、（B）に示す。各部材の寸法は、図3において説明した各寸法と同じである。尚、載置台44の部材としてはA1N（誘電率： $\epsilon=8$ ）を用い、フォーカスリング66の材料としてはA1₂O₃（誘電率： $\epsilon=9$ ）を用いている。図6において、載置台44の露出部（距離L1の部分）の面積S1と上部電極26との間で形成される静電容量をC1とし、フォーカスリング66の上面と上部電極26との間で形成される静電容量をC2とする。ここで、一般的に静電容量Cは、以下の式で与えられる。

$$C = \epsilon \cdot S / d$$

ここで ϵ は誘電体の誘電率、Sは誘電体の平面積（S1、S2）、dはシャワーヘッドと誘電体との間の距離（L5、L7）である。

【0022】このシミュレーションによる計算モデルの結果を図7に示す。そして、両静電容量の比C1/C2と膜厚の面内均一性との関係を図8に示し、距離L1と両静電容量の比C1/C2との関係を図9に示す。図8より、膜厚の面内均一性を10%以内とするには、両静電容量の比を10以内に設定するのがよく、そのためには、図9より、両静電容量の比を10以内にするためには、距離L1を27mm以内に設定するのが最良であることが判明する。この点は、先に図4を参照して説明した場合と同じ結果である。尚、ここで距離L1を10mmよりも小さく設定すると、図8から予測されるように膜厚の面内均一性が急激に上昇してしまうので好ましくない。上記実施例では、第1の誘電体よりなる載置台44と第2の誘電体よりなるフォーカスリング66をそれぞれ別体で形成して、このフォーカスリング66を載置台44の周縁部に嵌合させた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、両部材を同一の誘電体で一体的に成形するようにしてもよい。

【0023】図10は本発明の第1の変形例の部分拡大

図を示しており、ここでは、円筒ブロック状の誘電体の上面の内側を2段階に段部をつけて凹部状に座ぐることによって、図2に示したと同様な上面形状となるように、載置台44、フォーカスリング66及び載置凹部68を形成している。ここで、載置凹部68の外周側は一段高くなされて位置決め段部82となっている。この場合、位置決め段部82の座ぐり分がフォーカスリング66の厚さL2となる。

【0024】図11は本発明の第2の変形例の部分拡大図を示しており、ここでは図10の場合と同様に載置台44とフォーカスリング66とを同一の誘電体で一体的に形成しており、この場合には位置決め段部82に代えて、凸状の位置決め突起部84を形成してウエハの位置決めを行っている。この位置決め突起84は、載置台44の周方向に沿ってリング状に形成してもよいし、或いは例えば等間隔で離散させて複数個設けるようにしてもよい。尚、この位置決め突起84を、図2に示す装置例において採用するようにしてもよい。図12は本発明の第3の変形例の部分拡大図を示しており、ここでは図10の場合と同様に載置台44とフォーカスリング66とを同一の誘電体で一体的に形成している。この場合は、図10に示す位置決め段部82を設けておらず、載置台44の内側上面を完全な同一レベルの平面としている。この場合は、座ぐり量がフォーカスリング66の厚さL2となる。

【0025】尚、上記実施例では、上部電極と下部電極とを設けた、いわゆる平行平板型のプラズマ処理装置を例にとって説明したが、これに限定されず、螺旋状のコイルを用いたICP（Inductively Coupled Plasma）型のプラズマ処理装置、RIE（Reactive Ion Etching）型のプラズマ処理装置、ECR（Electron Cyclotron Resonance）型のプラズマ処理装置等にも本発明を適用できるのは勿論である。

【0026】また、プラズマ処理としては、ここではプラズマCVD処理を例にとって説明したが、これに限定されず、プラズマエッチング処理、プラズマアッシング処理等の他のプラズマ処理にも本発明を適用することができる。また、本実施例では、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、LCD基板、ガラス基板等を処理する場合にも本発明を適用できるのは勿論である。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。請求項1~8、10、11に係る発明によれば、処理容器内の処理空間におけるプラズマの分布状態が適正化され、プラズマ処理の面内均一性を向上させることができるのみならず、チャージアップダメージの発生を抑制して製品の歩留りも向上させることがで

きる。請求項9に係る発明によれば、プラズマ処理としてプラズマCVDが行われるので、プラズマ分布状態が適正化されることにより、堆積膜の面内均一性を向上させることができるのみならず、この場合にもチャージアップダメージの発生を抑制して製品の歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置を示す断面構成図である。

【図2】フォーカスリングを示す斜視図である。

【図3】プラズマ処理装置の部分拡大断面図である。

【図4】ウエハ外周端面とフォーカスリング内周端面との距離L1と膜厚の面内均一性との関係を示すグラフである。

【図5】距離L1を種々変更した時のプラズマの分布状態とウエハ上の膜厚との関係を模式的に示す図である。

【図6】シミュレーションを行った時のモデルを示す図である。

【図7】シミュレーションによる計算モデルの結果を示す図である。

【図8】静電容量の比C1/C2と膜厚の面内均一性との関係を示すグラフである。

【図9】距離L1と静電容量の比C1/C2との関係を

示すグラフである。

【図10】本発明の第1の変形例の部分拡大図を示す図である。

【図11】本発明の第2の変形例の部分拡大図を示す図である。

【図12】本発明の第3の変形例の部分拡大図を示す図である。

【図13】従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

【符号の説明】

20 プラズマCVD成膜装置（プラズマ処理装置）

22 処理容器

26 シャワーヘッド部（上部電極）

28 絶縁体

34 高周波電源

44 載置台（下部電極）

46 加熱ヒータ

50 電極本体

66 フォーカスリング

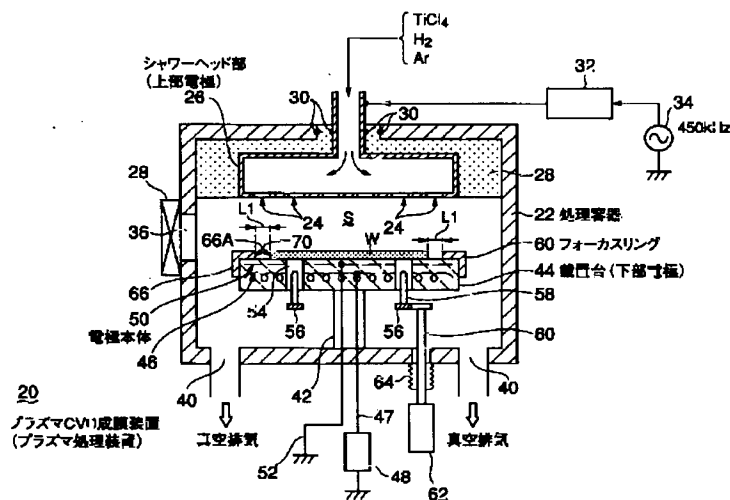
66A 内周端面

68 載置凹部

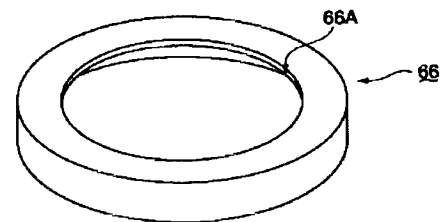
70 外周端面

W 半導体ウエハ（被処理体）

【図1】



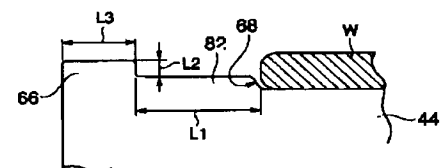
【図2】



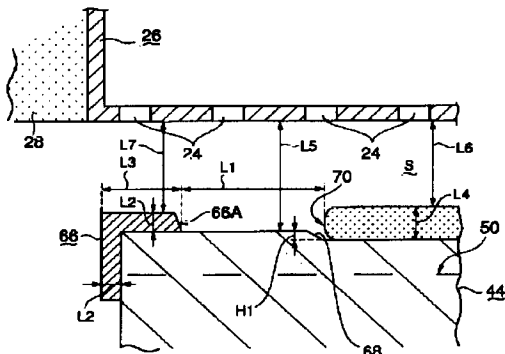
【図7】

距離L1 (mm)	C1	C2	C1/C2
10	0.58	1.42	0.41
20	1.17	0.71	1.65
25	1.46	0.35	4.17
30	1.75	0.07	24.65

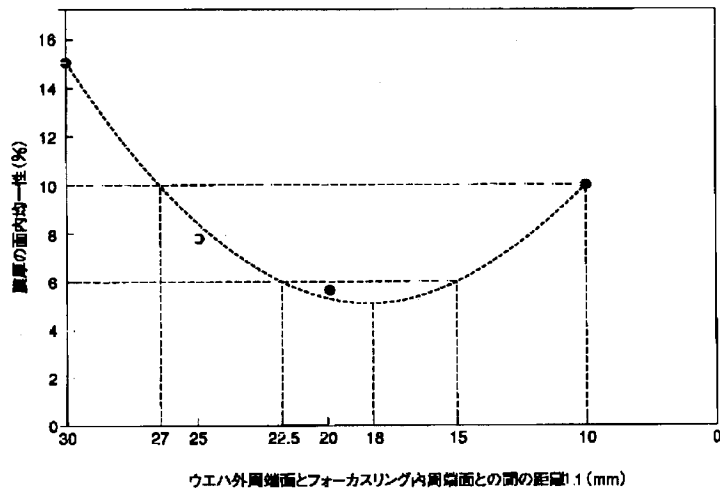
【図10】



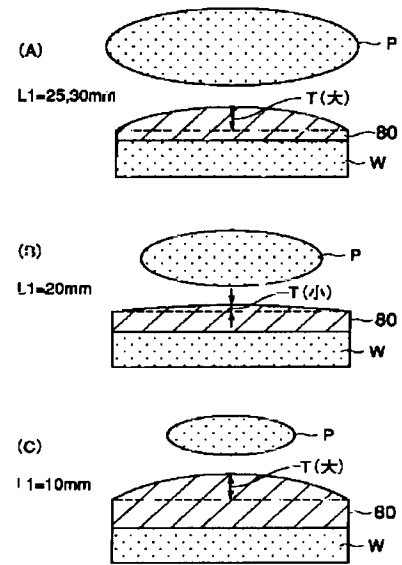
【図3】



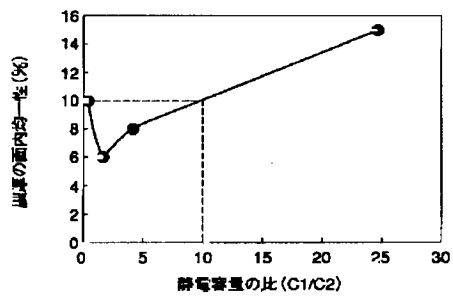
【図4】



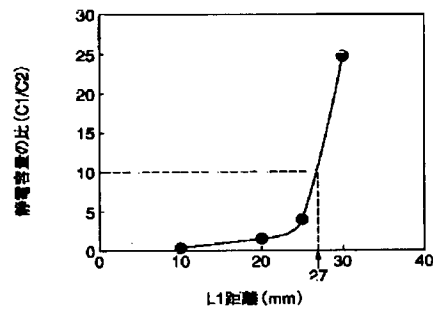
【図5】



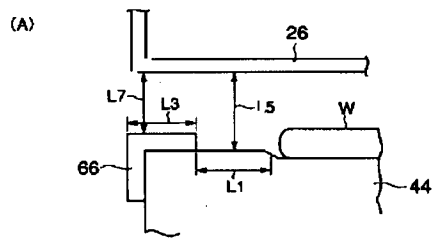
【図8】



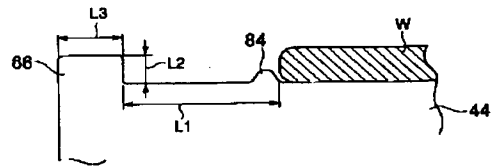
【図9】



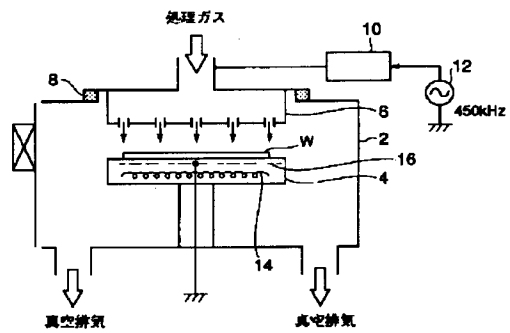
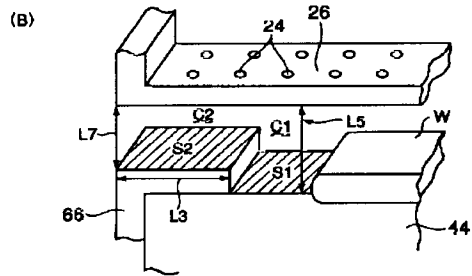
【図6】



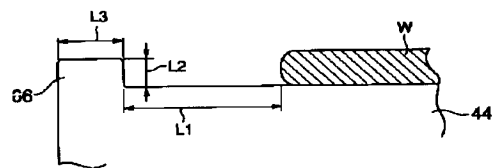
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC01 BC04 BC06
 CA02 CA25 CA47 CA65 EB01
 EC21 EE02 FB02 FB04 FC15
 4K030 CA04 CA12 FA03 GA02 JA03
 KA30 KA46
 5F004 AA01 BA04 BB18 BB23 BB26
 BB28
 5F045 AA08 BB02 DP03 DQ10 EF05
 EH05 EH06 EH13 EK07